

# PARCERIA ENTRE A EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO FORMAL VISANDO INOVAÇÕES CURRICULARES: O ENSINO DE FÍSICA MODERNA A PARTIR DA FÍSICA SOLAR<sup>1</sup>

Pedro Colombo Junior, A. Cristina, C. C. Silva  
*Universidade de São Paulo*

**RESUMO:** Esta pesquisa enfoca a inovação curricular e inserção de física moderna no ensino médio público a partir da parceria entre a educação formal e não formal. Juntamente com professores em atuação investigamos o processo de transposição didática de conteúdos de física solar e física moderna no contexto de educação formal e não formal. O centro de ciências em questão é o Observatório Dietrich Schiel do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo. Os trabalhos foram guiados a partir da elaboração conjunta entre professores e pesquisadores de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem contemplando ambos os ambientes. A sequência elaborada, aplicada e analisada foi considerada satisfatória e de convívio harmonioso com a proposta curricular vigente. Também que é viável à parceria no intuito da inserção de física moderna a partir da física solar em sala de aula.

**PALAVRAS CHAVE:** Educação formal e não formal; Inovação curricular; Física moderna.

## OBJETIVOS

Ainda hoje existe pouca comunicação entre professor e educador de centro de ciências, o que torna difícil incorporar o que foi vivenciado nestes locais ao que é ensinado em salas de aula (Tran, 2007; Griffin, 2004). É preciso encontrar maneiras de tornar a relação entre escola e centro de ciência mais efetiva. Visando à inovação curricular, fundamentamos a utilização de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) (Méheut e Psillos, 2004) que incorpore elementos da sala de aula com atividades em um centro de ciências, levando em conta o saber docente e as especificidades de ambas as instituições. Objetivamos formar o professor para trabalhar em parceria com um centro de ciências e ensinar tópicos de física moderna. Buscamos compreender as condições necessárias para que SEA, envolvendo física moderna, seja ressonante à proposta curricular vigente e ao mesmo tempo envolva um espaço de educação não formal.

1. Pesquisa fomentada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Brasil.

## MARCO TEÓRICO

Apoiamos nossas análises na transposição didática proposta por Chevallard (1991). Este definiu cinco condições necessárias para que um determinado saber sobreviva ao processo da transposição didática, chamadas de Sobrevivência dos Saberes (SdS): o saber tem que ser *consensual*; deve buscar *atualização*; tem que se mostrar *operacional*; deve permitir a *criatividade didática*, e por fim o saber deve ser *terapêutico*. Também nos apoiamos nas Regras da Transposição Didática (RTD) propostas por Astolfi et al. (1997): (Regra I) *modernização do saber escolar*, (Regra II) *atualizando o saber escolar*, (Regra III) *articular o saber novo com o antigo*, (Regra IV) *transformar saberes em exercícios e problemas*, (Regra V) *tornar os conceitos mais compreensíveis*. As regras complementam a ideia original da Sobrevivência dos Saberes e são uma forma operacional para melhor descrever a dinâmica da transposição dos saberes no contexto da inovação curricular no ensino de física.

## METODOLOGIA

Os sujeitos da pesquisa são 04 professores, sendo que destes 02 aplicaram as SEA desenvolvidas com seus alunos. Realizamos 08 encontros preparatórios com os professores totalizando aproximadamente 40 horas de atividades presenciais. A metodologia de pesquisa utilizada foi qualitativa, tendo como instrumentos de coleta de dados gravações em áudio e vídeo, entrevistas semiestruturadas com professores e alunos, anotações e observações das ações desenvolvidas.

A metodologia utilizada na condução do processo de elaboração das SEA foi desenvolvida por nós e intitulada de «Ciclos de reflexão», os quais são interpretados como ações contínuas de pesquisa que proporciona, em todas as etapas da pesquisa, suporte didático e pedagógico para a parceria professores-pesquisadores. Os ciclos de Reflexão compreendem três etapas:

- a) *Constituição do grupo de trabalho.*
- b) *Atualização de conteúdos, Compartilhamento de ideias, perspectivas e identificação de problemas e soluções, Coleta de material já disponível e Desenvolvimento das SEA.*
- c) *Aplicação do material desenvolvido, Avaliação contínua e Reelaboração SEA e Disponibilização do material e das SEA.*

Esta última etapa engloba o ambiente escolar, o ambiente de educação não formal, e a parceria entre pesquisadores e professores no contínuo (re)pensar das ações desenvolvidas na pesquisa.

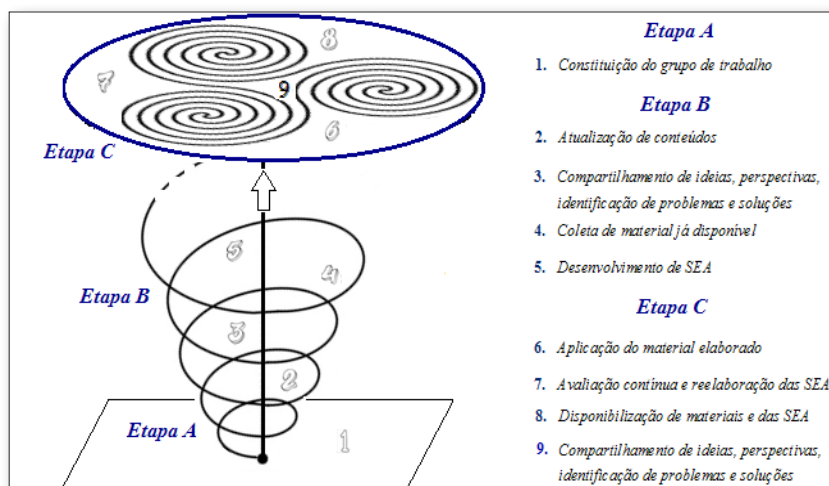


Fig. 1. Esquema representativo dos Ciclos de Reflexão.

## RESULTADOS

Uma característica notável de uma SEA visando à inovação curricular é a sua inclusão em um processo de investigação baseado no processo evolutivo gradual, ligando o conhecimento científico a perspectiva do estudante e as ações docentes. Seguindo a teoria da transposição didática e os fundamentos essenciais para a construção de SEA: adoção de tópicos específicos, poucas semanas de aplicação, desenvolvimento em um ciclo evolutivo amparado por dados de pesquisa (Méheut e Psillos, 2004), juntamente com os professores, elaboramos e aplicamos a SEA a seguir.

Quadro 1.  
Sequência de Ensino e Aprendizagem elaborada na parceria professores-pesquisadores

MOMENTO I – O Sol e suas radiações	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 01		
	Tema	Recursos didáticos e Leituras	Aulas
	O Sol, a atividade solar e suas radiações.	Vídeos sobre o Sol (youtube) Texto de apoio «Nossa estrela o Sol» e «Radiações $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$ ». Recurso áudio visual - filme Atividade experimental: «Estimando a temperatura da fotosfera solar» com materiais de baixo custo. Exercícios.	06
Objetivos gerais	Apresentar o Sol, suas estruturas e radiações. Entender a fusão nuclear e o Sol como fonte de energia Discutir aspectos científicos relacionados às radiações a partir do filme «2012» (Columbia Pictures, 2009, EUA).		
MOMENTO II – Espectroscopia	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 02		
	Tema	Recursos didáticos e Leituras	Aulas
	O átomo de Bohr e o Espectro eletromagnético	Texto de apoio «Espectro eletromagnético e o átomo de Bohr» e «Radiação de corpo negro». Texto de apoio «Espectroscopia» e Exercícios.	05
	Objetivos gerais	Discutir as diferentes faixas do espectro eletromagnético Discutir sobre o surgimento a ideia de quantização da energia (pacotes de energia). Buscar entender o conceito de radiação de corpo negro Trabalhar o átomo de Bohr e as transições eletrônicas, e entender as leis de Kirchhoff para a espectroscopia.	
	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 03		
	Tema	Recursos didáticos e Leituras	Aulas
	Aplicações da espectroscopia	Texto de apoio «Como as lâmpadas funcionam» Atividade experimental «Construção de um espectroscópio amador» com materiais de baixo custo. Exercícios.	03
	Objetivos gerais	Construir e discutir um «Espectroscópio amador». Discutir os espectros de diferentes lâmpadas do cotidiano Preparar os alunos para a visita ao Observatório.	
	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 04		
	Tema	Recursos didáticos e Leituras	Aulas
	A espectroscopia no Observatório	Texto do aluno «Visita ao Observatório Dietrich Schiel» Atividade experimental: «A Sala Solar e o espectro solar» e Exercícios	Visita didática (> 02)
	Objetivos gerais	Visitar o Observatório Dietrich Schiel da USP e visualização do espectro solar e espectros de lâmpadas. Trabalhar os diferentes tipos de espectros (contínuos e discretos) Abordar a espectroscopia no ambiente não formal de educação	

MOMENTO III Sistematização	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 05		
	Tema	Recursos didáticos e Leituras	Aulas
	Feedback dos tópicos estudados.	Uso de Applets – sala de informática Atividade de avaliação final	02
	Objetivos gerais	Usar recurso de múltiplas mídias como forma de sistematizar o que foi trabalhado durante as aulas. Propor uma avaliação final, como uma das etapas avaliativas do curso.	
* Os textos de apoio foram idealizados por professores e pesquisadores na preparação docente.			Total: > 18

A aplicação da SEA ocorreu entre os meses de Agosto à Outubro de 2012. Os dados coletados consistem em cerca de 30 horas de gravações em áudio e vídeo, realização de 10 entrevistas semiestruturadas individuais com professores e alunos, registros de observação das aulas, e análise de 127 apostilas (material de apoio) dos alunos utilizadas em aulas. As apostilas foram elaboradas durante a preparação docente pelos professores e pesquisadores envolvidos na pesquisa.

### A SEA à luz da transposição didática

A análise dos dados à luz da transposição didática mostra que o conteúdo de física moderna trabalhado na SEA desenvolvida obedecem a todas às Regras da Transposição Didática proposta por Astolfi et. al (1997).

- As atividades práticas «Determinação da temperatura da fotosfera solar» e «Construção de um espectroscópio amador», além de tornar o conceito mais compreensivo (Regra V), permitiu transformar os saberes em exercícios e problemas (Regra IV) e discutir com os alunos ideias mais contemporâneas da física, como: quantização da energia e o surgimento da mecânica quântica. Tal fato favoreceu a atualização do saber escolar (Regra II) e articulou o saber novo com o antigo (Regra III), discutindo com os alunos mais a fundo o tema «Átomo».
- Ao discutir sobre fusão nuclear e as cadeias próton-próton (núcleo solar), o professor ampliou o entendimento dos estudantes sobre questões nucleares, configurando a modernização do saber escolar (Regra I), pois possibilitou trabalhar ideias mais contemporâneas do ensino de física, como neutrino solar e radiações  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , raramente abordado nas escolas brasileiras. Estudando o átomo de Bohr (noção de transições eletrônicas) e as leis de Kirchhoff, os alunos tiveram também a oportunidade de discutir a formação dos espectros: contínuo, emissão, e absorção.
- Durante a visita ao Observatório, com a identificação dos espectros das lâmpadas e do Sol, os alunos tiveram a oportunidade de visualizar o desdobramento prático da teoria estudada em sala de aula, fato que contribuiu para tornar os conceitos mais compreensíveis (Regra V), e transformar saberes em exercícios e problemas (Regra IV). Tal evento permitiu uma avaliação coerente daquilo que foi ensinado em sala de aula. O retorno à escola, e os trabalhos de sistematização realizados com *Applets*, permitiram a modernização do saber escolar (Regra I), visto que as simulações referentes à espectroscopia fez com que os alunos tivessem contato com uma das principais «ferramentas» usadas pelos astrofísicos. Entendemos que tais ações contribuíram para tornar os conceitos mais compreensíveis (Regra V), unindo o universo digital, cada vez mais presente no cotidiano dos alunos, à curiosidade trazida pelas simulações e pelos novos saberes, como a espectroscopia e identificação estelar.

O conteúdo das SEA também possui todas as condições apontadas por Chevallard (1991) como necessários à Sobrevivência dos Saberes:

- 
- O tema Sol, a partir de atividades desenvolvidas em sala de aula e no Observatório, possibilitou aos alunos entenderem conceitos oriundos da física moderna, como espectroscopia, átomo de Bohr e radiação de corpo negro. Os trabalhos permitiram a atualização dos conteúdos de física do ensino médio, indicando novos horizontes para o ensino de física no ensino médio. A criatividade didática vinculada às atividades «Determinação da temperatura da fotosfera solar» e «Construção de um espectroscópio amador» fez muito bem o papel de operacionalizar os saberes da física moderna em atividades e exercícios experimentais, permitindo discutir tópicos mais atuais da física. Os tópicos trabalhados nas SEA exprimem por um lado o consenso de sua elaboração dentro da parceria professor-pesquisador, por outro, obedecem a vertente consensual do saber científico no âmbito das pesquisas atuais em física. Inferimos que a boa aceitação por parte dos alunos, e ao final dos trabalhos a pretendida reaplicação da proposta pelos professores, são indícios da terapêutica dos tópicos abordados no contexto escolar, atendendo assim ao processo da transposição didática.

## CONCLUSÕES

A inovação curricular e inserção de física moderna no ensino médio tornaram-se possíveis a partir da parceria centro de ciência escola e obediência as ideias trazidas pela transposição didática. Sobre as SEA, estas podem ser consideradas satisfatórias e de conviveu harmonioso dentro da proposta curricular vigente e viável à parceria escola e centro de ciências.

Ficou evidente também que a preparação docente foi essencial para o bom andamento da pesquisa em sala de aula e no Observatório. Concluímos que este deve ser o quesito fundamental quando se pensa em trabalhar a parceria escola e centro de ciências, de modo que a visita ao espaço não formal extrapole a motivação e se torne efetivamente parte das ações docentes dentro do processo de ensino e aprendizagem.

Entendemos que uma das formas de lidar e buscar superar obstáculos didático-pedagógicos ligados ao ensino de física moderna por meio da construção de SEA esteja atrelado justamente na parceria professores-pesquisador na observância da metodologia «Ciclos de reflexão»; ações contínuas de pesquisa que proporciona, em todas as etapas da pesquisa, suporte didático e pedagógico para a parceria. Por fim, concluímos ainda, a partir de nossas análises dos dados, ser possível a promoção de inovação curricular no ensino médio com a inserção de física moderna a partir da física solar e observância as pressupostos da transposição didática e regras da transposição didática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astolfi, J. P.; Darot, E.; Vogel, Y. G.; Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck & Larcier S.A.
- Chevallard, Y. (1991). *La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado*. Bueno Aires: La Pensée Sauvage.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: looking more closely at students in school groups, *Science Education*, 88(1), pp. 59-70.
- Meheut, M. e Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, Special Issue, 26(5), pp. 515-535.
- Tran, L. (2007). Teaching science in museums: the pedagogy and goals of museum educators. *Science Education*, 91(2), pp. 278-297.